N° DORDRE :
4

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES

DE L'UNIVERSITÉ DE LILLE

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS-SCIENCES PHYSIQUES

PAR

O.-P. VECCHIETTI

Ingénieur

1re **THÈSE.** — SUR L'INFLUENCE DES CHAMPS ÉLECTRIQUES SUR LA TENSION SUPERFICIELLE DES DIÉLECTRIQUES LIQUIDES.

2me **THÈSE.** — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 22 Juillet 1926 devant la Commission d'Examen.

MM. BRUHAT, *Président.*
PAILLOT
PAUTHENIER } *Examinateurs.*

LILLE
IMPRIMERIE G. SAUTAI
46, Rue Gauthier-de-Châtillon
—
1926

1re THÈSE

Sur l'influence des champs électriques sur la tension superficielle des diélectriques liquides.

2me THÈSE

Propositions données par la Faculté.

N° DORDRE :

4

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES

DE L'UNIVERSITÉ DE LILLE

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS-SCIENCES PHYSIQUES

PAR

O.-P. VECCHIETTI

Ingénieur

1re **THÈSE.** — SUR L'INFLUENCE DES CHAMPS ÉLECTRIQUES SUR LA TENSION SUPERFICIELLE DES DIÉLECTRIQUES LIQUIDES.

2me **THÈSE.** — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 22 Juillet 1926 devant la Commission d'Examen.

MM. BRUHAT, *Président.*

PAILLOT
PAUTHENIER } *Examinateurs.*

LILLE
IMPRIMERIE G. SAUTAI
46, Rue Gauthier-de-Châtillon

1926

UNIVERSITÉ DE LILLE

FACULTÉ DES SCIENCES

LISTE DES PROFESSEURS

	MM.
Botanique	MAIGE, Doyen.
Zoologie Générale et Appliquée	MALAQUIN, Assesseur.
	DAMIEN Doyen honoraire.

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. HALLEZ, DAMIEN, RJCOME, PETOT, CHATELET.

PROFESSEURS

	MM.
Géologie et Minéralogie	BARROIS.
Physique et Electricité Industrielle	SWYNGHEDAUW.
Mathématiques	GAMBIER.
Chimie Générale	PÉLABON.
Chimie Appliquée	PASCAL.
Calcul différentiel et intégral	CHAZY.
Botanique appliquée	BERTRAND.
Chimie organique	FOSSE.
Physique	BRUHAT.
Géologie et minéralogie appliquées	PRUVOST.
Physique expérimentale et Radiothérapie	PAILLOT.
Chimie Physique	PARISELLE.
Mécanique rationnelle et appliquée	BÉGHIN.
Histologie comparée et Biologie maritime	DEHORNE.

BIBLIOTHEEK RIJKS UNIV. LEIDEN

PROFESSEURS SANS CHAIRE

	MM.
Chimie appliquée	JOUNIAUX.
Mathématiques	CHAPELON.
Mathématiques	KAMPÉ DE FIRIET.
Physique	PAUTHENIER.
Mathématiques	LAGRANGE.
Hydrologie	DOLLÉ, Maitre des conférences.
Physique	QUINET, Maître des Conférences adj.
	BOURY, Secrétaire.
	GUILLET, LEBRUN, Secrétaires Honoraires.

La Faculté a décidé que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend y attacher aucune approbation ni improbation. Décision de la Faculté en date du 28 Février 1879.

AUX MIENS

A MES AMIS

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546812_0067

A MM. BRUHAT et PAUTHENIER

Professeurs à la Faculté des Sciences

Hommage respectueux

Sur l'Influence des champs électriques sur la tension superficielle des Diélectriques liquides

INTRODUCTION

En 1903, j'ai fait une série d'expériences pratiques relatives à l'influence des champs électriques sur le développement de certaines plantes, en m'inspirant surtout des travaux analogues faits précédemment par Selim Lemstroem, Professeur de l'Université de Helsingfors.

Les résultats très encourageants obtenus, m'ont amené à chercher les lois auxquelles obéissent les phénomènes observés. Je me suis demandé en particulier si les champs électriques ne modifient pas la tension superficielle des liquides, ce qui contribuerait à activer les échanges dans les végétaux soumis aux champs électriques.

HISTORIQUE

Je me propose donc de rechercher avec précision et dans des conditions expérimentales aussi simples que possible, si la tension superficielle reste constante dans les champs électriques élevés.

On sait qu'un certain nombre d'expérimentateurs, tels que Herwig (1), C.-M. Smith (2), Nichols et Clark (3), Samuel J. Barnett (4), ainsi que Lord Rayleigh (5), ont conclu à un affaiblissement de cette tension ; Sellerio par contre trouve une augmentation de 4 % dans un champ de 4.000 volts par centimètre.

Les recherches plus récentes de Fortin (6), Perucca (7), Michaud (8), Abonnenc (9), aboutissent unanimement à cette conclusion que le champ électrique est, aux erreurs d'expérience près, sans action sur la tension superficielle. Enfin, dans une étude thermodynamique qui paraîtra prochainement, MM. Bruhat et Pautheñier ont montré que dans tous les diélec-

(1) Herwig, Pog. Ann. t., I, 1876, p. 59, 489 ; Wied. Ann. t. I, 1877, p. 73.
(2) Smith, Proc. R. S. E., t. 17, 1890, p. 115.
(3) Nichols et Clark, Phys. Rev., t. 4, 1897, p. 375.
(4) Barnett, Phys. Rev., t. 6, 1898, p. 357.
(5) Lord Rayleigh, Sc. Papers, vol. 1 à 4.
(6) Fortin, Comptes rendus, Tome cxl, p. 576.
(7) Perucca, Nuovo cimento.
(8) Michaud, Energétique générale.
(9) Abonnenc, Comptes-rendus, Tome 182, p. 1031.

triques la constante superficielle est indépendante du champ électrique.

CHOIX DES METHODES

La méthode des gouttes, employée par un certain nombre d'expérimentateurs, présente l'inconvénient de faire intervenir des phénomènes complexes.

Nous préférons des méthodes utilisant un champ bien uniforme et des dispositifs expérimentaux aussi simples que possible.

Nous partageons ce travail en 3 parties :

1° Essais à l'aide de la balance.

2° Essais avec un condensateur plan à glaces semi-argentées ;

3° Application pratique des derniers résultats : réalisation d'un voltmètre de précision pour hauts potentiels.

PREMIERE PARTIE

ESSAI A L'AIDE DE LA BALANCE

Le dispositif expérimental employé rappelle celui qu'a utilisé Michaud dans le cas des liquides conducteurs (électrolytes). Nous apportons à sa méthode, dans le cas du diélectrique étudié, qui est *l'huile de vaseline*, des modifications représentées par le schéma ci-dessous :

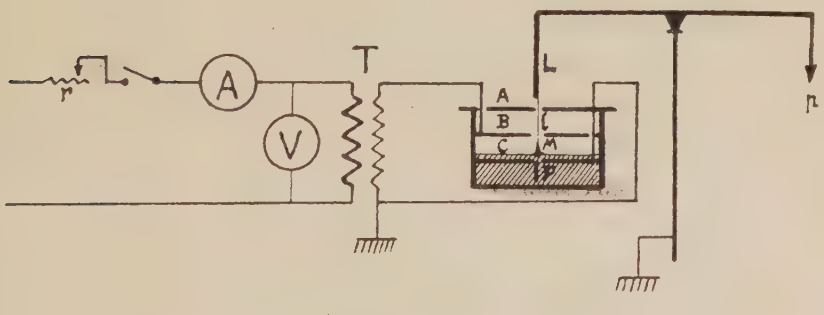

Fig 1

Une lame d'étain l de 29 m/m. de largeur et de 0 m/m. 015 d'épaisseur, suspendue au fléau d'une balance hydrostatique dont la sensibilité nous permet

d'apprécier le demi-milligramme, plonge dans une cuve d'huile de vaseline.

La surface de l'huile se raccorde avec la lame l par le ménisque M. Nous plaçons ce ménisque dans le champ électrique produit entre les plateaux conducteurs parallèles B (haute tension) et C (à la terre).

La lame est elle-même à la terre.

Pour éviter l'influence pertubatrice des attractions électro-statisques, la lame d'étain l dépasse le plateau C de plusieurs centimètres. Elle est maintenue tendue et plane par une petite lame pesante P de même largeur. D'autre-part, elle est collée à sa sortie du plateau A à une lame de laiton rigide L de même largeur.

Parallèlement au plateau B nous plaçons un plateau conducteur A relié au sol et traversé par la lame l.

Les intervalles entre les plateaux B et C et B et A ont la même valeur de 19 $^{m}/_{m}$.

Les plateaux ont le même diamètre que la cuve à huile de vaseline, de manière à éviter toute ascension du liquide quand on établit le champ entre les plateaux B et C.

Les plateaux sont percés d'ouvertures de 5 centimètres de longueur. La largeur de ces ouvertures est de 2 centimètres pour le plateau à haute tension B et de 4 $^{m}/_{m}$ seulement pour les plateaux A et C.

Nous avons préféré employer une lame l aussi mince que possible afin de conserver à la balance toute sa sensibilité sans qu'il soit nécessaire de procéder à un réglage trop minutieux pour compenser l'action de la poussée d'Archimède.

Un calcul simple permet en effet de se rendre compte des conditions de l'expérience. Si l'on désigne par :

P le poids du fléau de la balance.

h la longueur des bras.

c la distance du centre de gravité à l'axe de suspension.

D la densité du liquide.

S la section de la lame d'étain.

g l'accélération de la pesanteur,

on trouve qu'une petite surcharge p fait incliner le fléau d'un petit angle α, donné par la formule

$$\alpha = \frac{p\,h}{P\,c + l^2\,D\,g\,S}$$

Il en résulte que pour une balance donnée, la sensibilité est d'autant plus diminuée que la section de la lame immergée est plus grande ; toutefois la même formule montre que l'on peut rendre à la sensibilité sa valeur normale en diminuant, voire même en rendant négatif, le facteur c au moyen des masses de réglage du fléau.

La lame l est attirée vers le bas par une force de tension superficielle

$$F = 2\,a\,A$$

en désignant par a la largeur de la lame et par A la valeur de la tension superficielle de l'huile de vaseline.

Lorsqu'on établit le champ électrique dans l'espace B C, le ménisque M est soumis à ce champ. Par conséquent si la valeur A est fonction du champ électrique, l'équilibre de la balance doit se trouver modifié.

Il convient de remarquer que le plateau B risquerait d'exercer des attractions électrostatiques sur la section terminale de la lame L et sur le fléau de la balance. Le plateau supérieur sert à les éviter.

Nous utilisons un champ alternatif fourni par un transformateur haute tension 110/10.000 volts, 50 périodes.

Nous déterminerons le voltage côté haute tension en mesurant le voltage basse tension à l'aide d'un voltmètre étalonné et en tenant compte du rapport de transformation.

Nous poussons le champ jusqu'à ce que des aigrettes jaillissent entre le plateau B et la lame l.

L'expérience montre que dans ces conditions l'équilibre de la balance n'est aucunement modifié.

Le voltage maximum appliqué est de 6.300 volts, ce qui correspond entre les plateaux à un champ.

$$E = \frac{6300}{1,9} = 3.300 \text{ volts/cm.}$$

D'autre part la constante de tension superficielle de l'huile de vaseline utilisée est :

$$A = 31 \text{ cgs}$$

et comme la largeur de la lame l est a = 2,9 cm., nous aurons $F = 2 \times 2,9 \times 31 = 180$ dynes.

Notre balance étant sensible à une demi-dyne, la variation de la constante superficielle dans les condi-

tions de notre expérience est donc inférieure $\frac{1}{360}$ de sa valeur dans le champ calculé de 3.300 volts/cm.

Cette méthode se prête difficilement à des recherches dans des champs beaucoup plus intenses ; pour pouvoir pousser plus loin ces recherches, nous préférons recourir à une autre méthode dans la deuxième partie de ce travail.

DEUXIEME PARTIE

METHODE DU CONDENSATEUR A LAMES SEMI-ARGENTEES

La méthode actuelle a déjà été utilisée par Fortin (cf. loc. cit.) dans le cas du *pétrole*.

Nous nous proposons de reprendre les expériences avec le plus de soin possible dans le cas de *l'huile de vaseline* et du *tétrachlorure de carbone*.

Nous ne nous attachons pas à avoir des diélectriques parfaitement définis au point de vue chimique ; en particulier le tétrachlorure de carbone est le produit commercial ordinaire : il s'agit en effet de déterminer les variations éventuelles de la tension superficielle et non pas d'en mesurer la valeur absolue dans un cas déterminé.

Description de l'Appareil

Notre condensateur consiste en deux glaces semi-argentées verticales de 9 × 6 cm. et d'une épaisseur moyenne de 5,5 ‰., séparées par 4 cales égales en verre et tenues ensemble par une ligature de soie.

Les lames sont argentées à la partie inférieure sur tout leur pourtour. Pour amener le courant, nous serrons contre les faces extérieures des glaces deux petites lames de clinquant.

Le condensateur est enfermé dans une large cuve à faces parallèles que l'on peut fermer hermétiquement par un couvercle dans le cas d'un liquide volatil.

Le liquide dans la cuve s'élève jusqu'à la région moyenne des glaces.

Le montage électrique est fait d'après le schéma ci-dessous :

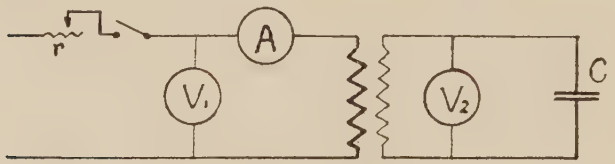

Fig. 2

La tension aux bornes du condensateur est fournie par un transformateur 110/5.000 volts (rapport 45,5) 50 périodes, alimenté par une commutatrice branchée sur le secteur à courant continu.

La tension aux bornes du primaire est réglée à l'aide d'une résistance ; elle est indiquée par un voltmètre de précision préalablement étalonné.

Sur le secondaire, nous avons branché un voltmètre électrostatique multicellulaire Lord Kelvin, allant jusqu'à 2.300 volts et dont les lectures nous ont permis d'une part de contrôler l'exactitude du voltmètre basse

tension et d'autre part, de comparer certains résultats en continu et en alternatif.

Les ascensions du diélectrique entre les glaces semi-argentées sont lues à l'aide d'un cathétomètre donnant 1/40 de millimètre. Le champ de la lunette est éclairé par une lampe à incandescence à verre dépoli placée en arrière de la cuve.

Réglages

1° *Mesures de l'intervalle des glaces.* — Nous découpons dans une lame de verre un certain nombre de cales parmi lesquelles nous choisissons, à l'aide d'un palmer de précision donnant le micron, quatre cales égales avec lesquelles nous montons notre condensateur. D'autre part, pour contrôler très exactement l'intervalle des armatures après montage et serrage, nous choisissons, dans la même lame de verre qui nous a fourni les cales, un rectangle allongé dont l'épaisseur varie régulièrement.

Nous avons ainsi une sorte de coin que nous introduisons délicatement entre les armatures dans la région dans laquelle montera le ménisque. Nous notons le point d'arrêt et mesurons en ce point l'épaisseur à l'aide du palmer.

Nous connaissons ainsi l'intervalle a à 2 microns près.

2° *Réglage du cathétomètre.* — Nous assurons la verticalité de l'échelle du cathétomètre à l'aide d'un fil à plomb et l'horizontalité de l'axe optique de la lunette à l'aide de son niveau.

3° *Réglage du condensateur et de la cuve.* — Nous enlevons l'oculaire de la lunette, que nous remplaçons par un disque de clinquant percé d'un trou centré sur l'axe (voir fig. 3).

Le trou est au foyer de l'objectif et éclairé par un arc. Dans ces conditions il sort de la lunette, parallèlement à l'axe optique, un faisceau lumineux parallèle. Ce faisceau tombe sur la glace antérieure de la cuve et sur le condensateur à lames semi-argentées.

Nous amenons les deux faisceaux de retour correspondants à revenir exactement dans l'objectif de la lunette.

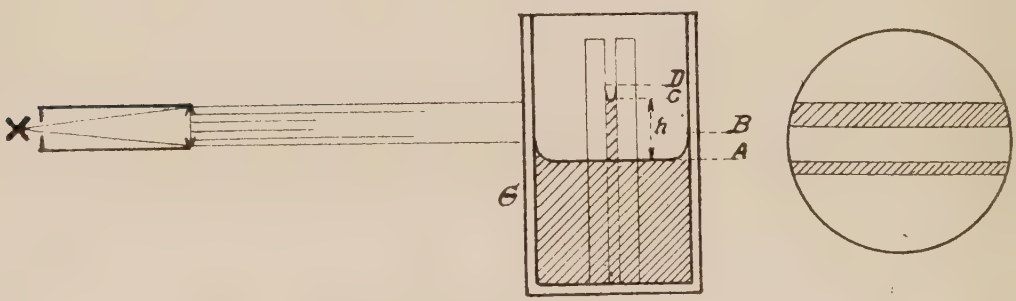

Fig. 3

4° *Contrôle du réglage.* — Nous voulons nous assurer que la lunette vise bien dans le plan horizontal du liquide. A cet effet, nous abaissons avec précaution une double pointe à axe vertical au-dessus du liquide. Nous nous arrêtons exactement au contact. Alors le liquide monte brusquement par capillarité le long de la pointe inférieure.

Or, quand on regarde à ce moment dans la lunette, on aperçoit la pointe qui a pénétré légèrement dans le liquide.

Elle serait masquée si l'axe de la lunette était incliné vers le bas (1).

D'ailleurs l'axe optique ne peut pas être incliné en sens inverse (2) car s'il l'était nous apercevrions dans le champ de la lunette le plan liquide vivement éclairé par en-dessous, voir figure.

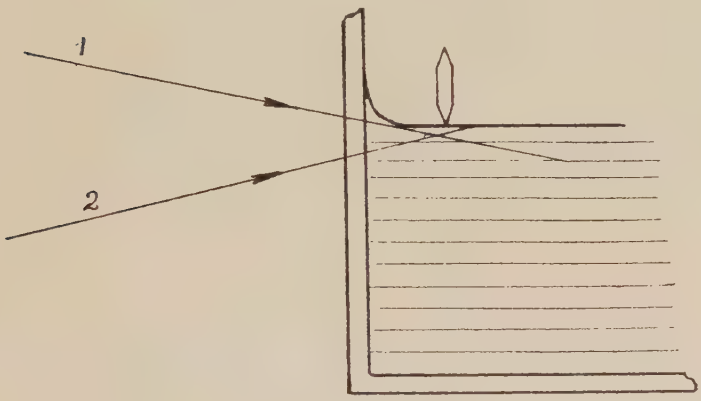

Fig 4

Nous effectuons un deuxième contrôle de la manière suivante. Après avoir immergé la double pointe dans l'huile de vaseline, nous amenons la pointe supérieure tangente au niveau du liquide en regardant à la loupe son image par réflexion. Ensuite nous mesurons au cathétomètre la distance entre le niveau du liquide et

la pointe inférieure et relevons exactement la même longueur qui nous est donnée par mesure directe au palmer.

Nous vérifions ainsi d'une part que l'axe optique de la lunette est bien parallèle au plan du liquide et d'autre part, que la glace G a des faces bien parallèles et n'introduit pas d'erreur dans les lectures par suite de réfractions locales.

5° *Lectures.* — On aperçoit dans le champ uniformément éclairé de la lunette deux bandes sombres A B et C D à bords horizontaux très nets. A correspond au niveau du liquide dans la cuve, C au plan horizontal tangent au ménisque du liquide surélevé ; h représente l'ascension du liquide correspondant à la distance A C (voir figure 3).

Etude théorique

Soit h_0 l'ascension capillaire du diélectrique entre les glaces, en l'absence du champ électrique.

h l'ascension totale du liquide sous la double influence du champ électrique E et de la capillarité.

g l'accélération de la pesanteur.

D la densité du diélectrique.

k la susceptibilité du diélectrique.

Conformément à la théorie des diélectriques, analogue à celle des substances paramagnétiques.

$$(1) \qquad (h - h_0)\, D\, g = \frac{k E^2}{2}$$

D'autre part, si l'on désigne par A la tension superficielle du liquide considéré et qui doit, d'après la théorie, être indépendante de E, nous aurons, en l'absence du champ :

$$(2) \qquad h_o D g = \frac{2A}{a}$$

donc l'ascension totale h est donnée par :

$$(3) \qquad h = \frac{k E^2}{2 D g} + \frac{2 A}{a D g}$$

Cela posé, deux cas sont à distinguer.

Ou bien la tension superficielle A ne dépend pas du champ électrique et dans ce cas *l'ascension électrique est :*

$$(4) \qquad h - h_o = \frac{k E^2}{2 D g}$$

Ou bien par contre dans le champ E la tension superficielle A subit une petite modification dA ; dans ces conditions la formule de l'ascension électrique devient :

$$(5) \qquad h - h_o = \frac{k E^2}{2 D g} + \frac{2 d A}{a D g}$$

Or une série de mesures préliminaires ont été faites dans des conditions variées, d'une part avec des intervalles a différents, d'autre part avec des champs E

alternatifs et continus. Pour contrôler graphiquement les résultats, nous portons en abscisses les carrés des champs et en ordonnées les ascensions électriques $h - h_0$ correspondantes.

Nous ne reproduisons pas tous ces graphiques. Nous renvoyons seulement à ceux que nous donnons plus loin.

Ces derniers montrent que tous les points expérimentaux s'alignent très correctement sur une droite passant par l'origine.

Par suite, si la modification éventuelle dA de la tension superficielle par le champ électrique correspond bien à la réalité, cette modification ne peut être elle-même que proportionnelle au carré du champ.

Nous pouvons donc poser, en désignant par R une constante : $d\,A = R\,E^2$.

Dans ces conditions la formule (5) devient :

$$(6) \qquad h - h_0 = \frac{k\,E^2}{2\,D\,g} + \frac{2\,R\,E^2}{a\,D\,g} = \frac{E^3}{D\,g}\left(\frac{k}{2} + \frac{2\,R}{a}\right)$$

Si le terme $\frac{2\,R}{a}$ est différent de zéro, le coefficient de E^2 doit dépendre de l'intervalle a des armatures.

Pour en décider, nous n'avons qu'à mesurer les ascensions électriques pour des intervalles a très différents, en poussant le champ électrique E aussi loin que possible.

Si les diverses séries de points expérimentaux se placent sur une seule et même droite, nous pouvons en conclure que, aux erreurs expérimentales près, R = 0.

S'il n'en est pas ainsi, si les droites représentatives sont disposées en éventail, c'est que A dépend du champ électrique.

Mesures préliminaires

Nous tenons à nous assurer au préalable que les lois d'ascension du diélectrique sont les mêmes quel que soit le genre de courant qu'on applique : alternatif ou continu.

Nous faisons d'abord des mesures en alternatif pour un écartement donné des armatures.

Ensuite nous réalisons un montage conforme au schéma de la fig. 5 qui nous permet d'appliquer à notre condensateur du courant continu.

Les lectures haute tension sont faites dans l'un et l'autre cas à l'aide du voltmètre Kelvin V_2 et contrôlées par le voltmètre basse tension V_1 en tenant compte du rapport de transformation.

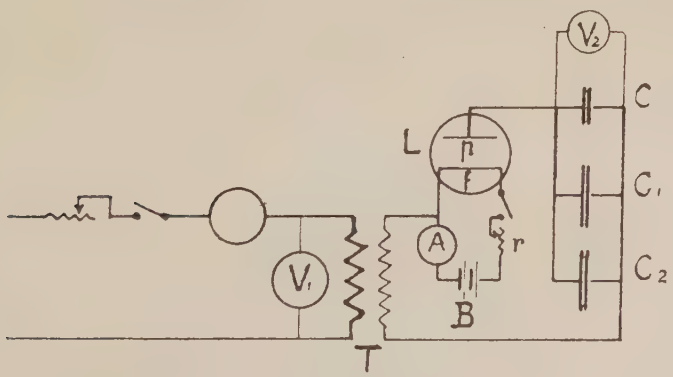

Fig 5

La lampe valve L a son filament f relié à l'une des bornes haute tension du transformateur T ; la plaque p est reliée à l'une des armatures du condensateur à lames semi-argentées C. Nous obtenons plus de stabilité dans les lectures en branchant en parallèle avec le condensateur capillaire C, de très faible capacité, deux condensateurs C_1 et C_2 d'une capacité de $\frac{1}{1000}$ microfarad.

D'autre part pour augmenter la stabilité, nous avons intérêt aussi à opérer avec un filament suffisamment poussé.

Nous avons essayé comme valves, d'une part un Kénotron 200.000 volts, d'autre part une petite lampe valve construite par la Cie Générale d'Electricité.

Dans le graphique ci-dessous, nous avons porté en

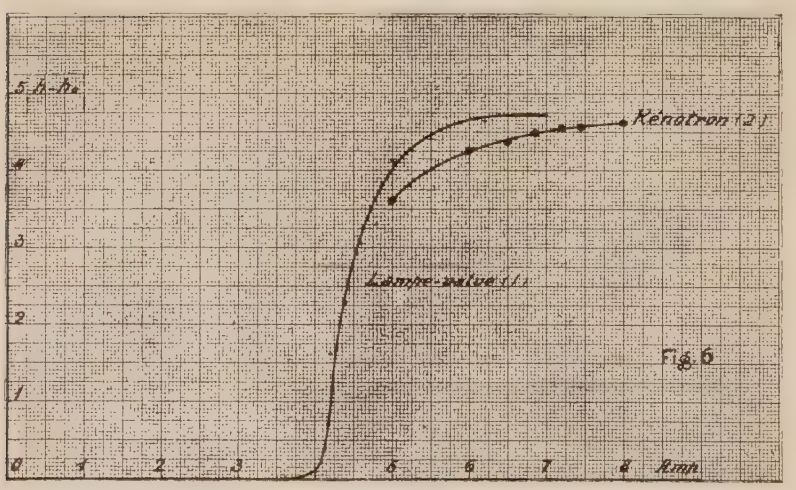

Fig. 6

abscisses les courants de chauffage, en ordonnées les hauteurs d'ascension électriques $h - h_o$, en maintenant constant le voltage primaire.

La courbe 1 se rapporte à la lampe valve, la courbe 2 au Kénotron.

On voit qu'avec la lampe-valve dont nous disposons la stabilité est pratiquement obtenue pour un chauffage de 6,5 amp.

Nous portons sur le même graphique les points représentatifs des ascensions du liquide mesurées en observant ces précautions expérimentales.

Les deux séries de points obtenus avec la tension alternative et la tension continue se placent exactement sur la même droite, aussi bien dans le cas de l'huile de vaseline que dans celui du tétrachlorure de carbone. Nous ne reproduisons pas les graphiques correspondants parce que les intervalles entre les armatures du condensateur n'ont pas été déterminées avec précision pour ces expériences préliminaires. Par la suite, pour plus de simplicité dans le montage, nous nous servons uniquement du courant alternatif.

Mesures définitives

Nous adoptons pour nos recherches l'huile de vaseline et le tétrachlorure de carbone, qui sont d'excellents isolants, pour éviter tout échauffement du liquide pendant les mesures, un échauffement éventuel ayant comme conséquence de modifier la densité et la tension superficielle.

Nos mesures se rapportent à la température de 17°C.

Nous réalisons successivement des condensateurs avec des intervalles a différents et précisément :

pour l'huile de vaseline :

o cm.0755
o cm. 1030
o cm. 1847

pour le tétrachlorure de carbone

o cm. 0755
o cm. 0985
o cm. 1847

Nous poussons chaque fois la tension jusqu'à ce que des étincelles jaillissent entre les armatures.

Il peut d'ailleurs arriver que les derniers points expérimentaux obtenus ne s'alignent pas correctement avec les précédents à cause de phénomènes parasites qui interviennent certainement alors dans le liquide et provoquent sans doute en particulier un certain échauffement. Le cas échant, nous laissons de côté ces derniers points.

Pour l'huile de vaseline, les résultats obtenus sont résumés par les trois tableaux ci-dessous :

Huile de vaseline

Pour a = o cm. 0755

Ascension capillaire 9,55 $^{m}/_{m}$

Volts primaires	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5
$h - h_o$	1,15	1,35	1,65	1,95	2,30	2,65	3,
E^2 cgs	20,40	25,20	30,50	36.30	42,60	49,40	56,75

Pour a = 0 cm. 1030

Ascension capillaire 7,00 $^{m}/_{m}$

Volts primaires	10	13	15	20	25	30	35	40	45
h — h_0	0,10	0,15	0,30	0,45	0,75	1,05	1,40	1,85	2,35
E^2 cgs	217	366	488	867	1355	1951	2655	3468	4390

Pour a = 0 cm. 1847

Ascension capillaire 3,85 $^{m}/_{m}$

Volts primaires	30	40	50	60	70	80	90
h — h_0	0,30	0,60	0,85	1,30	1,65	2,20	2,80
E^2 cgs	606	1078	1685	2427	3303	4315	5461

Ces résultats sont représentés par le graphique de la figure 7, dans lequel les lectures relatives aux différents intervalles a sont indiqués :

pour 0 cm. 0755 par ◉
» 0 cm. 1030 » ×
» 0 cm. 1847 » •

Pour le *tétrachlorure de carbone*, nous résumons également dans les trois tableaux suivants les résultats correspondant aux trois valeurs de a. Nous représentons ces résultats dans le graphique de la figure 8.

Les lectures relatives aux différents intervalles a sont indiqués :

pour 0 cm. 0755 par ◉
» 0 cm. 0985 » ×
» 0 cm. 1847 » •

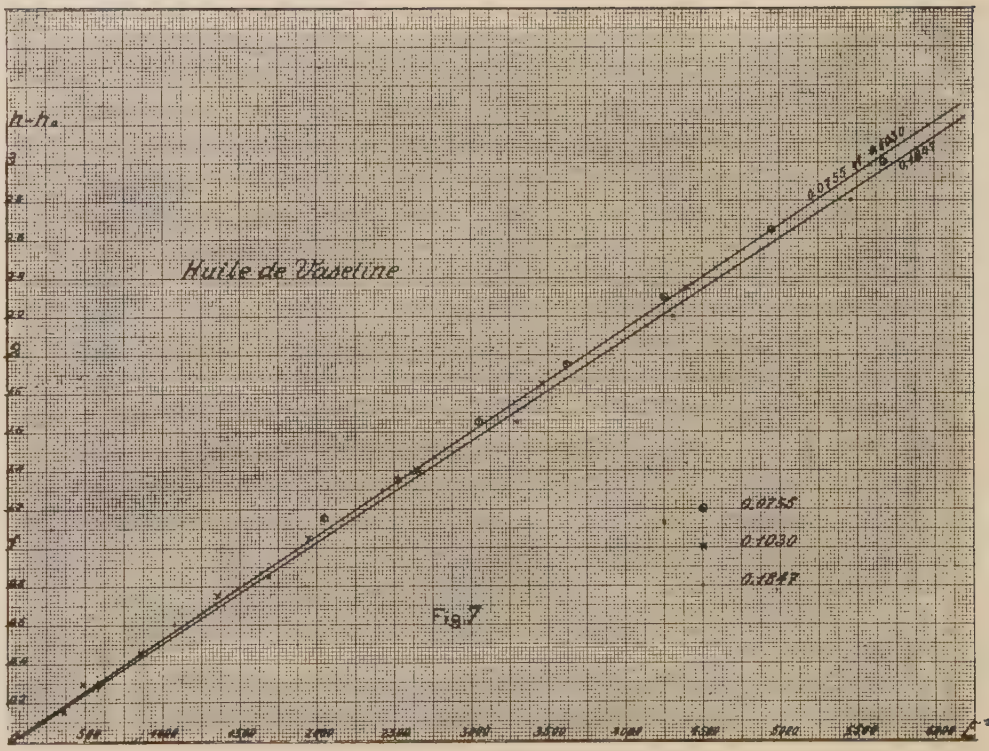

Fig. 7

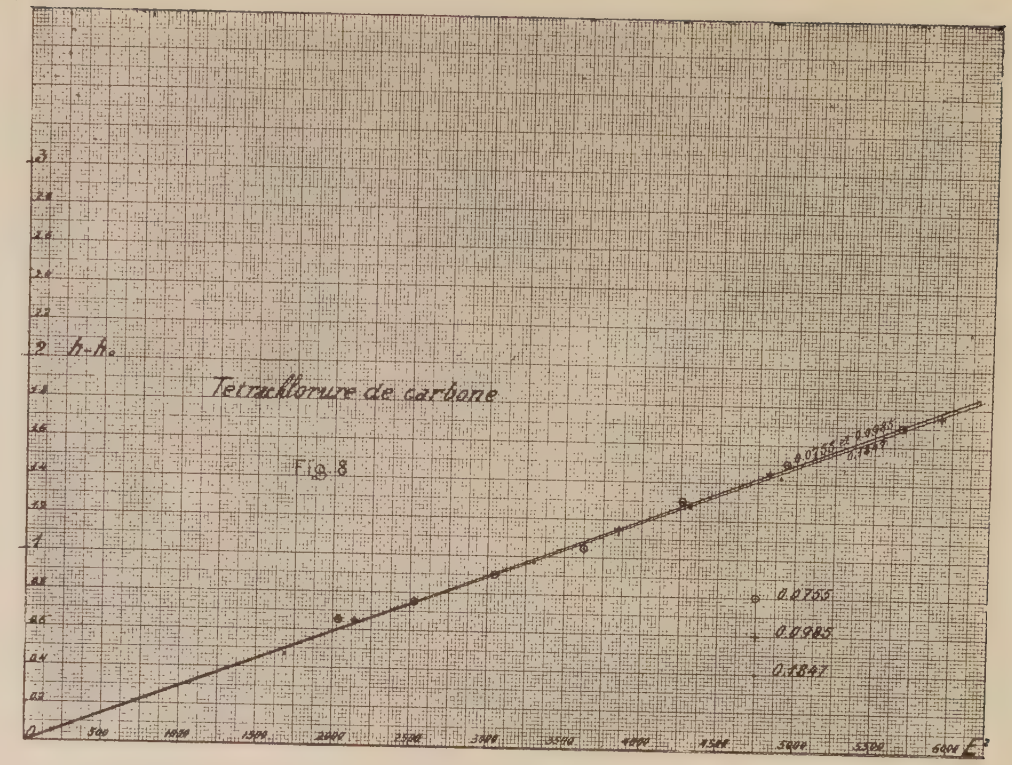

Fig. 8

Tétrachlorure de carbone

a = 0 cm. 0755

Ascension capillaire 4,45 ‰

Volts primaires	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40
h — h_0	0,65	0,75	0,90	1,05	1,30	1,50	1,70	1,85
E^2 cgs	20,40	25,20	30,50	36,50	42,60	49,40	56,75	64,56

a = 0 cm. 0985

Ascension capillaire 3,40 ‰

Volts primaires	30	40	45	50	55	60	65	70
h — h_0	0,65	1,15	1,45	1,75	2,10	2,50	2,80	3,30
E^2 cgs	21,33	37,93	48,00	59,26	71,71	85,34	100,16	116,16

a = 0 cm. 1847

En l'absence du champ, le ménisque dans le condensateur n'est pas visible : il est caché par le ménisque du liquide dans la cuve. Nous déterminons sa position par extrapolation.

Ascension capillaire 1,78 ‰

Volts primaires	40	50	60	70	75	80	85
h — h_0	0,32	0,47	0,72	0,97	1,12	1,27	1,42
E^2 cgs	10,78	16,85	24,27	33,03	37,40	43,15	48,04

Nous avons dessiné ces mêmes graphiques à une échelle deux fois plus grande que dans le présent texte.

Il convient de remarquer que dans la vérification qui nous occupe, relative à la constante capillaire, la connaissance en valeur absolue des potentiels haute tension n'est pas indispensable puisqu'il suffit, pour la comparaison, d'opérer dans des conditions identiques.

DISCUSSION

Reprenons la formule

$$(6) \qquad h - h_0 = \frac{E^2}{D\,g}\left(\frac{k}{2} + \frac{2R}{a}\right) = u$$

où nous désignons, pour abréger, par u l'ascension électrique.

Si R n'est pas nul, l'ascension électrique prendra dans le même champ E, avec un autre intervalle d'armature a, la valeur

$$(7) \qquad u' = \frac{E^2}{D\,g}\left(\frac{k}{2} + \frac{2R}{a'}\right)$$

En retranchant (6) et (7), membre à membre, il vient

$$u - u' = \frac{E^2}{D\,g}\,2R\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{a'}\right) = \frac{E^2}{D\,g}\,2R\left(\frac{a' - a}{a\,a'}\right)$$

La variation correspondante $d\,A$ de la tension superficielle est donc :

$$(8) \qquad d\,A = R\,E^2 = \frac{(u - u')\,D\,g\,a\,a'}{2\,(a' - a)}$$

Considérons le champ maximum réalisé, et les deux intervalles extrêmes des armatures

a = 0 cm. 0755,

et a = 0 cm. 1847.

Pour l'huile de vaseline les droites représentatives correspondant à ces deux épaisseurs coïncident avec un écart maximum de 0,004 cm. pour le champ extrême de 22.000 volts/cm.

Nous avons donc :

$$u - u' = 0{,}004$$

Pour l'huile de vaseline D = 0,87.

En remplaçant les lettres par leurs valeurs dans la formule (8), nous obtenons :

$$d\,A = \frac{0{,}004 \,.\, 0{,}87 \,,\, 981 \,.\, 0{,}0755 \times 0{,}1847}{2\,(0{,}1847 - 0{,}755)} = 0{,}22$$

Or la tension superficielle de l'huile de vaseline est 31 ; l'écart sur A est donc de :

$$\frac{0{,}22}{31} = \frac{1}{150}$$

Les dernières mesures pour l'épaisseur 0 cm. 1847 sont influencées par l'état hygrométrique de l'air ; nous avons toujours noté qu'une légère conductibilité du liquide abaisse la droite correspondante.

On remarquera que l'accord entre les deux droites 0,0755 et 0,103 est parfait ; les deux droites se superposent, ce qui correspond à une bien meilleure preuve de la constance de A.

Considérons maintenant le cas du *tétrachlorure de carbone*.

Nous constatons que pour un champ de 77,5 cgs.,

soit 23.000 volts/cm. l'écart, presque négligeagle, est inférieur à un centième de millimètre.

Adoptons $u - u' = 0{,}001$.

Prenons pour la densité du tétrachlorure de carbone 1,6.

Il en résulte que dans le cas actuel

$$dA = \frac{0{,}001 \times 1{,}6 \times 981 \times 0{,}0755 \times 0{,}1847}{2\,(0{,}1847 - 0{,}0755)} = 0{,}1$$

Dans les conditions de notre expérience, la tension superficielle de notre tétrachlorure de carbone, en l'absence de tout champ, est $A = 27$ dynes/cm.

L'erreur relative est donc

$$\frac{dA}{A} = \frac{0{,}1}{27} = \frac{1}{270} \text{ au maximum.}$$

Nous pouvons donc admettre que, au degré de précision de nos expériences, la tension superficielle des diélectriques considérés n'est pas modifiée par le champ électrique.

Détermination des Constantes diélectriques

On peut se servir des résultats précédents pour calculer la constante diélectrique ϵ des liquides étudiés.

En effet nos mesures nous donnent la susceptibilité électrique k, laquelle est reliée à ϵ par la relation

$$\epsilon = 1 + 4\pi k \qquad (9)$$

Pour l'huile de vaseline utilisée, les mesures les plus sûres, relatives aux épaisseurs a = 0,0755 et 0,103, donnent :

$$k = \frac{2 \times 0{,}295 \times 0{,}87 \times 981}{5500} = 0{,}0916$$

d'où $\epsilon = 1 + 4\,\pi = 0{,}0916 = 1 + 1{,}15 = 2{,}15$.

Les tables donnent la valeur moyenne $\epsilon = 2{,}17$.

D'autre part pour le tétrachlorure de carbone nous obtenons dans les mêmes conditions :

$$k = \frac{2 \times 0{,}18 \times 1{,}632 \times 981}{6000} = 0{,}096$$

$$\epsilon = 1 + 4\,\pi \times 0{,}096 = 1 + 1{,}2 = 2{,}2$$

Les tables donnent la valeur moyenne $\epsilon = 2{,}2$.

TROISIEME PARTIE

APPLICATION

On peut utiliser les résultats précédents à la réalisation d'un voltmètre à sensibilité réglable pour hauts potentiels (voir figure 9).

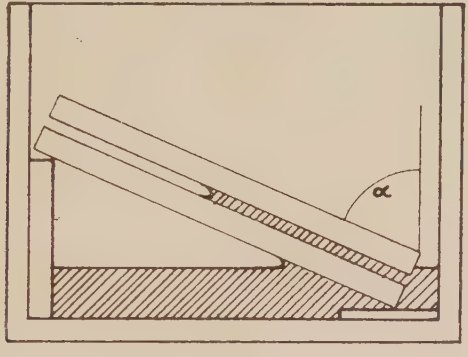

Fig 9

Soit en effet un système de lames inclinées formant un angle α avec la verticale. Le déplacement électrique $h' - h'_0 = u'$ est relié au déplacement vertical u, considéré précédemment, par la relation

$$u' \cos \alpha = u$$

d'où nous déduisons

$$u' = \frac{u}{\cos \alpha}$$

En augmentant l'angle α nous rendons l'appareil aussi sensible que nous voulons.

On peut tracer à l'avance sur la lame semi-argentée supérieure un trait horizontal représentant le zéro des ascensions électriques et une graduation en parties égales partant de cette origine. Des tables dressées pour différentes valeurs de α permettent de déduire la différence de potentiel V du déplacement observé du ménisque.

Le tétrachlorure de carbone convient mieux dans ce but que l'huile de vaseline, qui, en raison de sa viscosité, met assez longtemps à prendre sa position d'équilibre.

DEUXIEME THESE

Propositions données par la Faculté

Les derniers progrès dans le domaine des parasurtensions

VU ET PROPOSÉ D'IMPRIMER,

Lille, le 10 *Juillet* 1926

Le Doyen

MAIGE

VU ET PERMIS D'IMPRIMER,

Lille, le 10 *Juillet* 1926

Le Recteur

CHATELET

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION 11

HISTORIQUE 13

CHOIX DES MÉTHODES 14

1ere *Partie.* — Essai à l'aide de la balance 15

2me *Partie.* — Méthode du condensateur à lames semi-argentées 21

Description de l'appareil 21

Réglages 23

1° Mesures de l'intervalle des glaces .. 23

2° Réglage du cathétomètre 23

3° Réglage du condensateur et de la cuve 24

4° Contrôle du réglage 24

5° Lectures 26

Etude théorique 26

Mesures préliminaires 29

Mesures définitives 31

Discussion 39

Détermination des constantes diélectriques 41

3me *Partie.* — Application 43

IMP. G. SAUTAI.-LILLE-PARIS-BORDEAUX